

ユーザーのための プロトコル・コンバータ/ゲートウェイとは

(その1)

海老原 義彦

筑波大学 電子情報工学系・講師
工学博士

● プロトコル変換(プロトコル・コンバージョン)に関する基礎知識とプロトコル変換システムの基礎的構築技術について今月号(11月号)と来月号(12月号)の2回にわけて述べる。今月号(11月号)では、最初にプロトコルの概念について述べ、異機種計算機間または異種コンピュータ・ネットワーク間におけるプロトコル変換とはなにかについて述べる。

具体的には、ゲートウェイやプロトコル・コンバータの基本的システム構成と機能を記述する。また、来月号(12月号)では、応用例としてLANにおけるプロトコル変換の実装技術を説明し、最後にプロトコル変換に関する諸問題点をまとめて述べる。

プロトコルとは

我々は社会活動において一定の社会通念(ルール)に従って行動しているのが通常である。このルールの存在意義は円滑にかつ効率よく物事を遂行するためにあると思われる。我々が慣れているルールと異なる外国社会と突然接触したとき、我々は相当の違和感を覚えたり、時には誤解を招いたりする。最悪の場合、意志の疎通がまったく途絶えることもある。同様に各社が市販している計算機もそれぞれ異なるシステム・アーキテクチャを持っているため、容易に計算機同志を接続しようとしても困難な場合が多

い。

計算機間接続には、異なる計算機間の通信の手順やサービス処理の手順に一定の規約を設けることが必要である。これによりはじめて相互の通信が達成でき、ユーザーの目的とする計算機処理が可能となる。このような相互通信のための規律をプロトコル(通信規約)と呼ぶ。

元来、プロトコルとは外交上の専門用語で外国との会議で協定した議定書を指していた。したがって議定書は文化の異なる外国との外交を円滑に進めるための重要なルールになる訳である。コンピュータ・ネットワークで用いられるプロトコルは、ネットワークを構成するどの通信系や処理系にも共通に存在する通信機能を論理的に把握するために階層化モデルで表現している。

この階層化モデルの国際標準化活動を行っている機関にISO⁽¹⁾があり、OSI⁽²⁾参照モデル(第1図)を標準として、これに基づいて必要なプロトコルの標準設定をはかっている。各階層ごとにプロトコルの機能が整理されており、通信媒体の接続のための物理的・電気的条件といった下位レベルからタイムシェアリング処理、遠隔ジョブ処理、分散データベ

(1) ISO : International Organization for Standardization, 国際標準化機構

(2) OSI : Open Systems Interconnection, 開放形システム間相互接続

ス処理や、リアルタイム処理などのアプリケーション・サービスを行う上位レベルまでの標準化を考慮している。

このように標準プロトコルを設定することにより、ユーザーはコンピュータ・ネットワーク・システムをあたかも一つの計算機システムとして利用できる。すなわちネットワーク・システムの仮想化がプロトコル設定の目的要因である。

プロトコル・コンバージョンとは

プロトコルの階層化モデルによる標準化について説明したが、次に階層化モデルとシステムの実装について述べる。各計算機メーカーは標準モデルに従ってネットワーク・アーキテクチャを構築していくのであるが、システム実装レベルにおいて各ネットワーク・アーキテクチャが少しずつ異なるのが現状である。

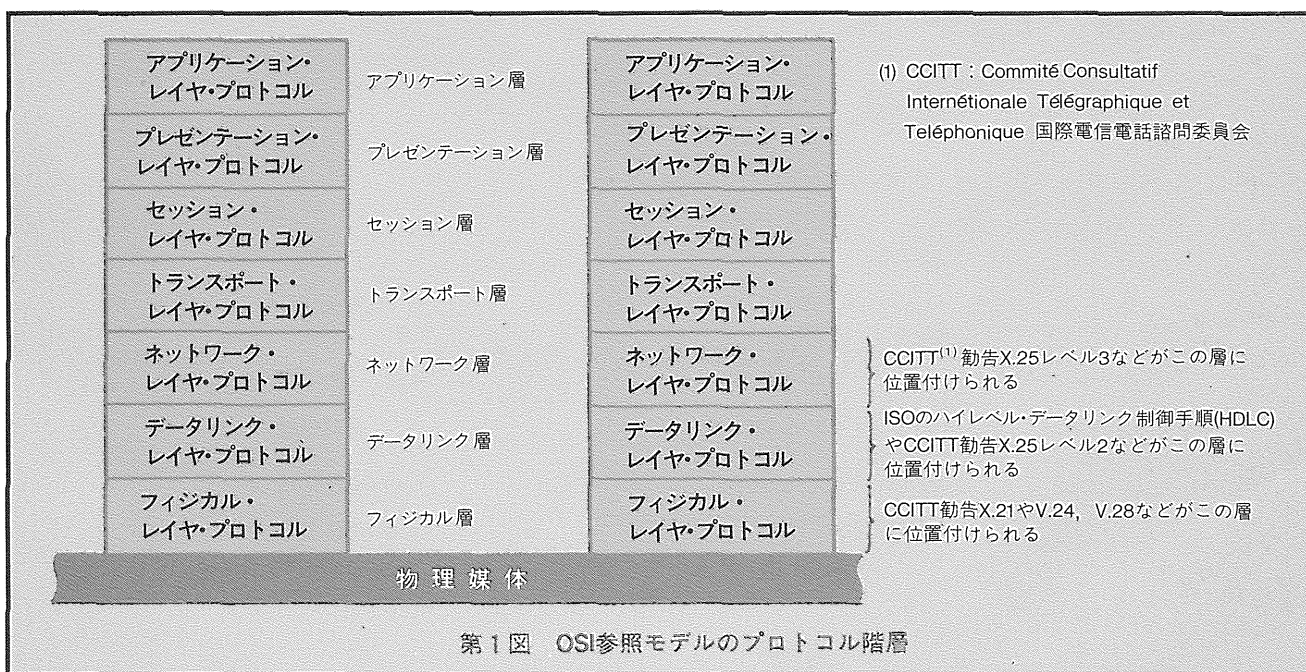
これは標準化モデルはあくまでも論理的モデルであること、さらに各メーカーのシステム・アーキテクチャの本質的相違や、すでに開発したシステム資産を融合しながらのネットワーク構築からきている

と思われる。

すでに1974年から1978年に14社以上の計算機メーカーがそれぞれのネットワーク・アーキテクチャを独自に発表している。このために異なるネットワーク・アーキテクチャを採用している計算機同士の結合には両プロトコル間の変換・整合（プロトコル・コンバージョン）が必要となる。この変換を行う、または整合性をとるのがハードウェアやソフトウェアである。プロトコル変換を行うハードウェアやソフトウェアを、ここでは一般にプロトコル変換システムと呼び、以下、そのシステムの基本構成と機能について述べる。

プロトコル変換システム

変換の対象によりプロトコル変換システムはいろいろな用語で呼ばれている。用語にはプロトコル・コンバータとゲートウェイがあるが、プロトコル・コンバータはOSI参照モデルでいうとネットワーク層以下のプロトコル変換を対象にしており、主にハードウェアまたはファームウェアで実装されている場合が多い。



一方、ゲートウェイは上位のアプリケーション層も含めた全プロトコルを変換の対象としていると思われる。その実装がオペレーティング・システム制御の単位であるプロセスか独立したシステム装置かにより、ゲートウェイ・プロセスとかゲートウェイ・プロセッサと呼ばれている。

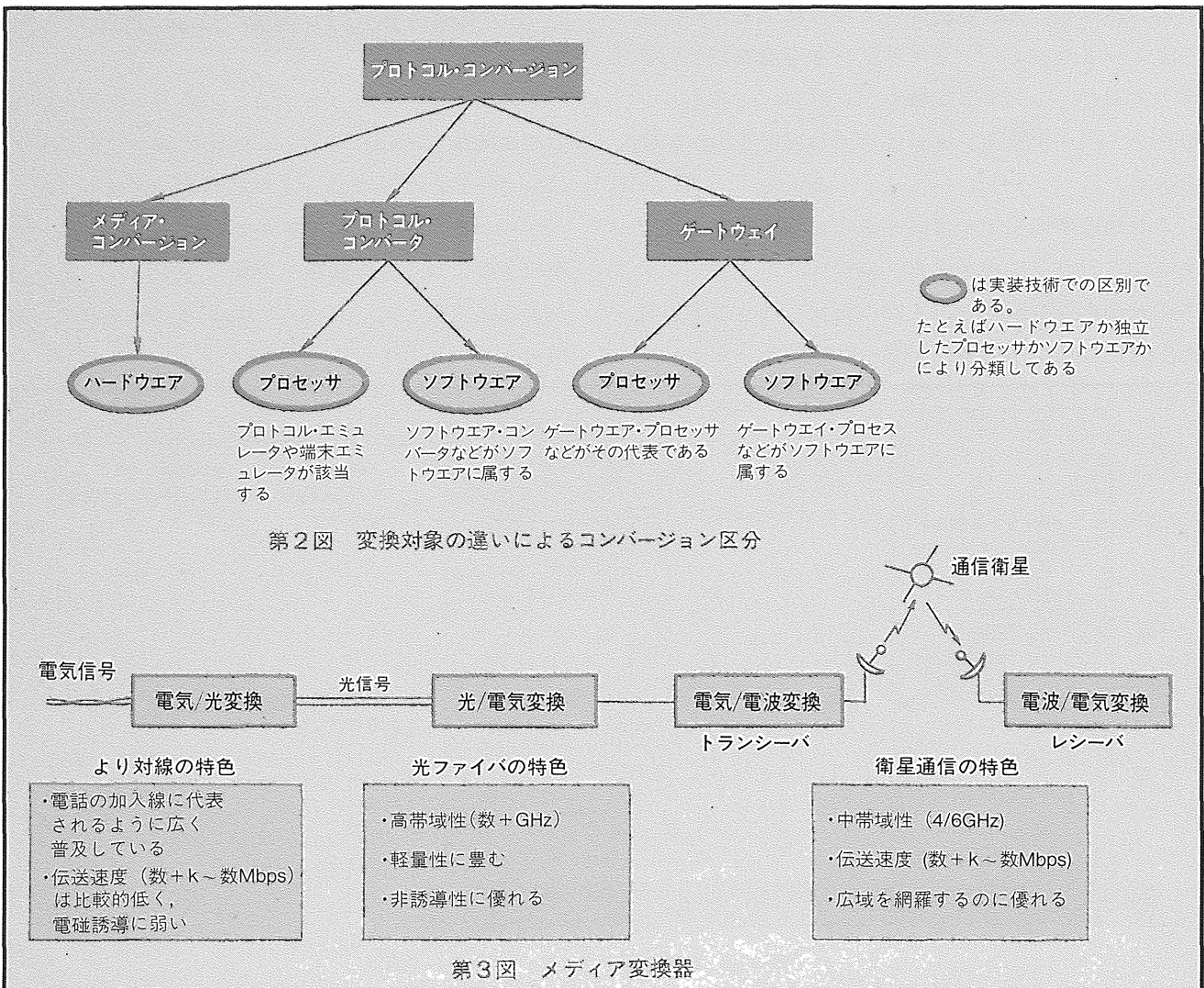
現状は用語が個別的に用いられ、統一されていないが、コンバータもゲートウェイも終局的目的がすべてのプロトコル層を対象としているならば同一なのかもしれない。便宜上、話しを進めるため第2図に示した分類に沿って、それぞれのシステム構成と機能の特徴を述べる。参考までに、ポステル (J. B. Postel) はゲートウェイをメディア変換ゲート

ウェイとプロトコル変換ゲートウェイの二つに分類している。

【1】 媒体変換 (メディア・コンバージョン)

伝送媒体として衛星通信や地上無線などの無線回線と光ファイバ、同軸ケーブルやより対線などの有線回線がある。それぞれの伝送媒体は帯域性、軽量性や耐雑音性などの物理的性質やコスト面から、種々の通信分野で利用されている。

通信網内に無線回線や有線回線が混在した場合、伝送媒体同士の物理的・電気的変換が必要となる。また上位レベルのフロー制御の有無によっては、バッファリングなどによる伝送速度変換も必要となる。この種の変換を行うのがメディア変換器または



装置である。第3図に種々の伝送媒体間の変換の一例を示す。

システムの一部としての媒体変換例をあげると、ケンブリッジ大学のリング・ネットワークでは光ファイバと同軸ケーブルを併用して同一伝送ループを形成している。また、ハワイ大学のALOHAネットワークでは一部、有線回線と無線回線を利用している。

【2】 プロトコル・コンバータ

プロトコル・コンバータには異なる端末を支援するためのプロトコル・エミュレータとソフトウェア・コンバータがある。

(1) プロトコル・エミュレータ

代表的プロトコル・エミュレータは、端末—計算機間の接続によく用いられる。計算機に接続される端末の種類は、オンライン化やネットワーク化に伴い急速に増える一方である。このため自社の標準端末ばかりでなく、他社の端末もサービスする必要がでてきている。

特に、LSI技術の進歩により、ある程度の処理能力が備わったインテリジェント端末が出現し、高度な画面編集や制御機能を持ち、X.25、BSC、HDLCやベシック／無手順などの伝送手順を内蔵し遠隔の計算機との会話処理を可能にしている。端末装置ひとつをとっても、その画面制御やデータ

伝送手順が多様化しつつある。

このような背景から端末—計算機間接続の互換性をとるプロトコル・コンバータが開発された。第4図に一般のメーカー（A社と呼ぶことにする）の基本システム構成を示す。メーカーA社の標準端末は通信制御装置で集線され、通信制御装置とホスト計算機間はA社の通信プロトコルにより接続されている。

一方、プロトコル・コンバータはこの通信制御装置と同じ位置付けでシステム内に組み込まれる。ただし、プロトコル・コンバータの端末制御の対象は、A社がサービスしていない他社の端末である。

機能的にはプロトコル・コンバータは、通信制御装置の集線機能に加えて、異なる端末を自社の標準端末であるかのように扱うエミュレータとしての機能を持っている。

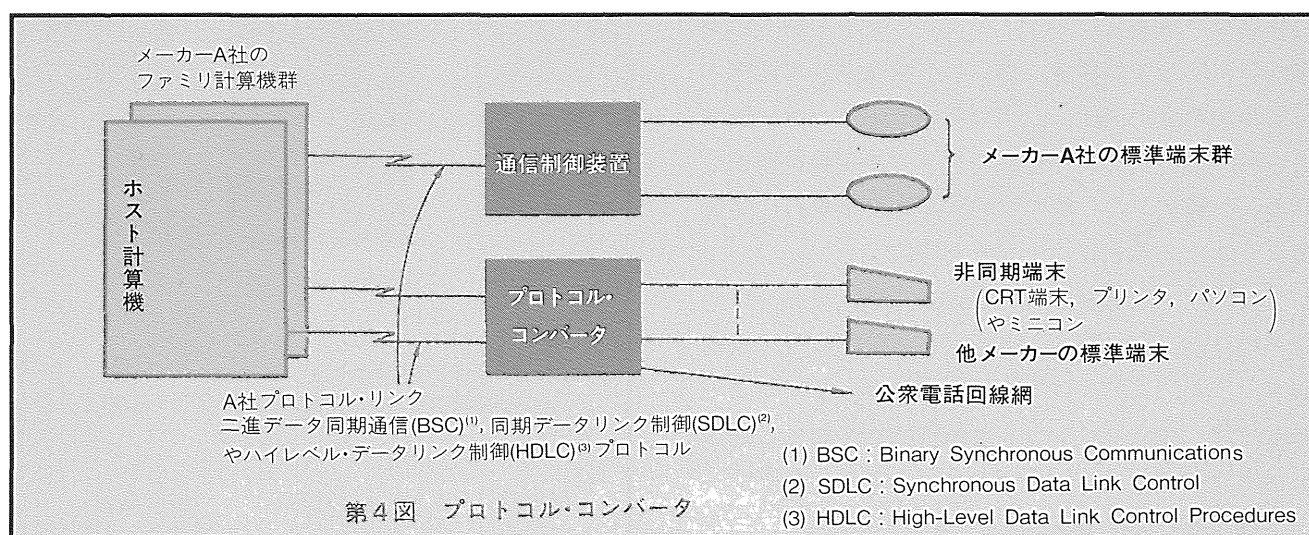
端末エミュレータとしてのプロトコル・コンバータは次のような機能を持つ。

① 文字コード（ASCII⁽¹⁾やEBCDIC⁽²⁾など）の整合性または ASCII/EBCDIC コードの変換

② ファンクション・キー（割込みキーや改行キ

(1) ASCII : American Standard Code for Information Interchange

(2) EBCDIC : Extended Binary Coded Decimal Interchanged Code



ーなど)の互換性

③ 画面の編集・制御機能の互換性

④ ポート選択, 文字コード選択や端末タイプ指定など機能の整合性

⑤ BSC手順, ベーシック／無手順, SDLC手順やHDLC手順を持つ端末のエミュレーション機能

⑥ RS-232CやRS-422インタフェースで受信したデータを公衆電話回線またはX.25パケット交換網に出力するプロトコル変換または逆変換機能

(2) ソフトウェア・コンバータ

キャプテン・システムに代表されるビデオ・テキストやファクシミリ通信の進展により, 画像情報の伝送コード化方式間の変換やファクシミリの図形情報のコード圧縮方式間の変換など新しい分野でのプロトコル変換が必要となってきた。これらの変換をソフトウェアで行っているものをソフトウェア・コンバータと呼ぶ。

市販されている例として, 通常の端末から入力した文章をテリドン(双方向画像通信システム)のプロトコルに変換して, テリドン端末の画面に任意の位置と幅で文章を再構成するソフトウェア・コンバータがある。今後, 多くの応用分野でソフトウェア・コンバータが研究・開発されていくと思われる。

【3】 ゲートウェイ

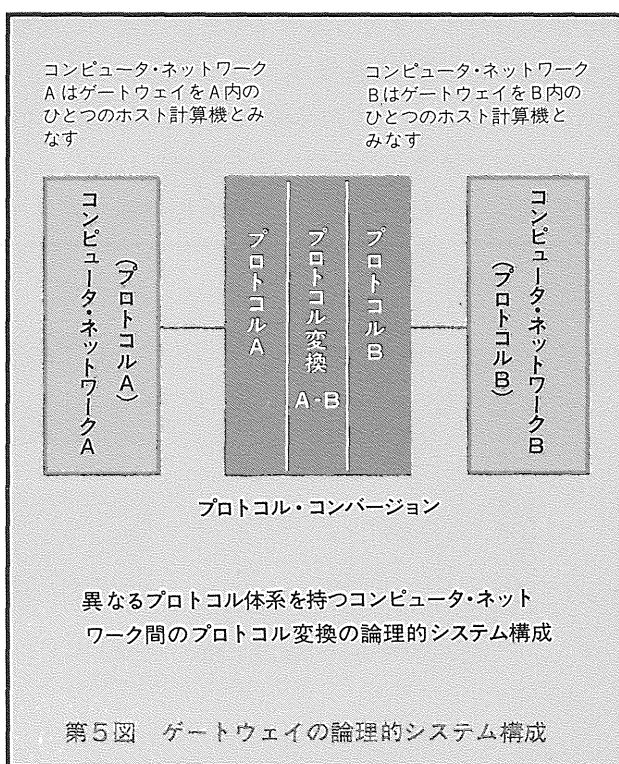
異なるネットワーク・アーキテクチャを持つ計算機同士を結合する場合, 相互のプロトコルも変換する必要がある。同様に, 異なるネットワーク・システム同士を接続するときもプロトコル変換が要求される。一般に, この種のプロトコル変換を行う装置をゲートウェイ・プロセッサと呼ぶ。

プロトコル変換をプログラムで行い, そのプログラムがOSの制御単位のひとつであるプロセスを構成するとき, このプロセスをゲートウェイ・プロセスと呼び, 高位プロトコルを個別的に変換するその他のプログラムを, 高位プロトコル変換ソフトウェアと呼ぶことにする。

ゲートウェイのシステム構成

ゲートウェイの論理的システム構成について述べる。原理的にはゲートウェイは両方のコンピュータ・ネットワークのプロトコルAとBを内部に実装し, プロトコルA／B間のプロトコル変換を行っている。これによりコンピュータ・ネットワークAにとってはゲートウェイはAに属するひとつのホスト計算機として見え, 逆にコンピュータ・ネットワークBにとってはBに属するひとつのホスト計算機に見える。すなわち, ゲートウェイは両コンピュータ・ネットワーク間に設置された両面鏡として存在する。第5図に異なるプロトコル体系を持つコンピュータ・ネットワーク間をゲートウェイを介して接続した場合の論理的システム構成を示す。

次に, ゲートウェイ・プロセッサ, ゲートウェイ・プロセスと高位プロトコル変換ソフトウェアについて述べる。



【1】 ゲートウェイ・プロセッサ

既設の端末、計算機や通信網本体に与える影響を少なくするため、プロトコル変換を独立したマイコンや小中形計算機システムで実行する場合が多い。これらをゲートウェイ・プロセッサと呼ぶ。第6図(a)に多数の異なるコンピュータ・ネットワーク間を結合するゲートウェイ群を示す。

今後は、パケットやメッセージの経路を最短にするため、ゲートウェイ間が超高速な伝送媒体で接続されるゲートウェイ／ゲートウェイ結合プロセッサも出現すると思われる。第6図(b)に外国との公衆パケット交換網を接続したときのタンデム形のゲートウェイ・プロセッサを示す。

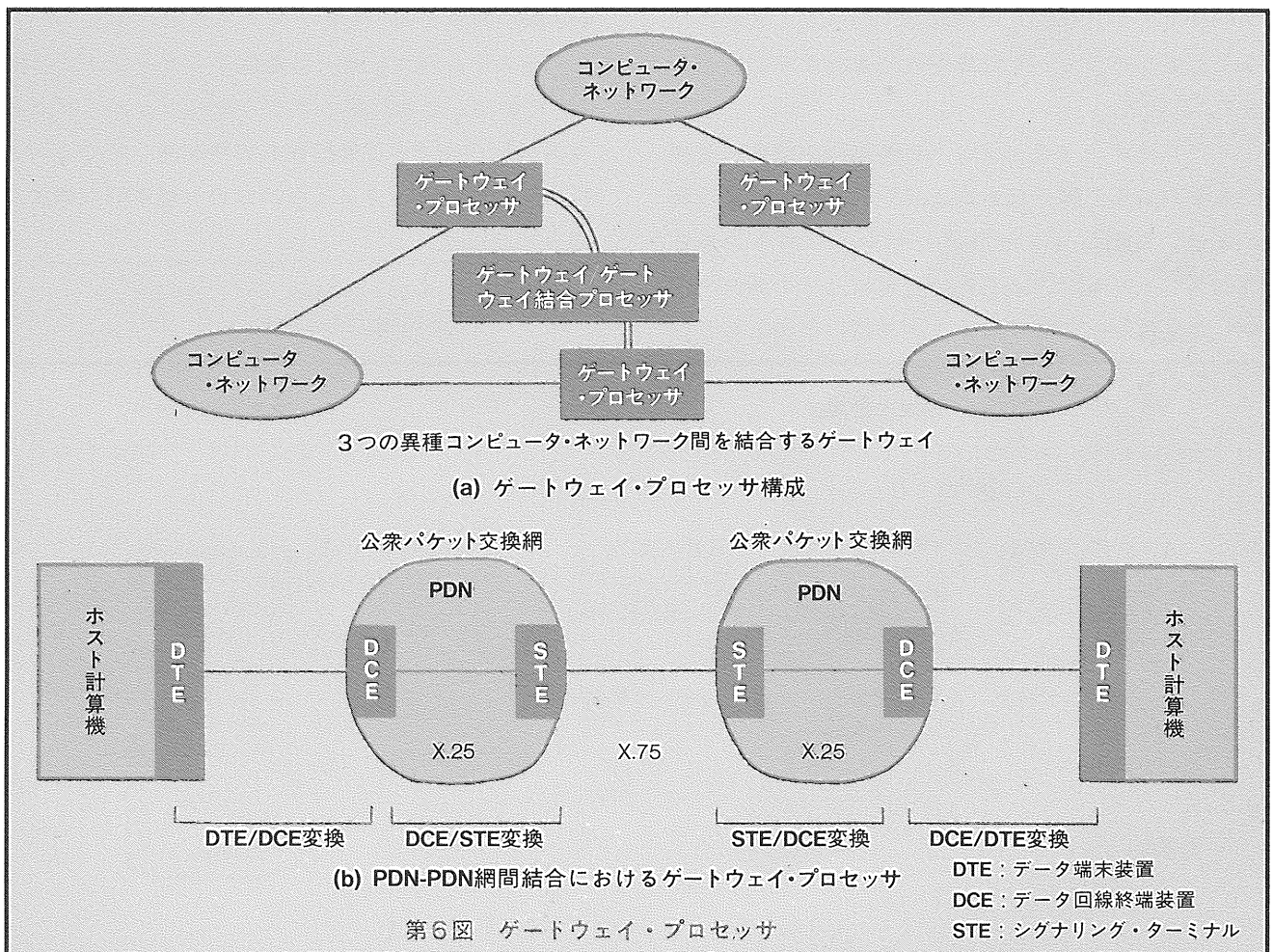
【2】 ゲートウェイ・プロセス

アプリケーション・プロトコルのような高位レベ

ルの変換は、計算機のオペレーティング・システム（ファイル・システム、タイム・シェアリング・システム）と強く関連してくる。高位レベルのプロトコル変換を直接オペレーティング・システム制御下で行い、既存のシステムの豊富な機能やシステム資源を積極的に活用しようとするのがゲートウェイ・プロセス変換方式である。この方式は、既設のオペレーティング・システムの改修コストをいかに軽減して構築するかが重要となる。

【3】 高位プロトコル変換ソフトウェア

高位レベルでプロトコルの標準化が進んでない場合、変換機能の複雑さや機能の多様性から、ソフトウェアにより処理している。すでに、ゲートウェイ・プロセスを述べたが、ここでは、ユーザーのひとつのユーティリティ・プログラムまたはシステム・プ



ログラムとして変換を行う高位プロトコル変換ソフトウェアを中心に述べる。

ひとつの例として遠隔ジョブ入力処理プロトコル(RJE⁽¹⁾プロトコル)を取り上げる。ジョブ転送手順やジョブ入出力、キャンセルやジョブ状態問合せコマンドなどは標準化されているが、ジョブ制御言語(JCL⁽²⁾)は各メーカーによりJCL形式が異なる。このため、異なる形式を持つ計算機では処理することができない。この問題に対処するひとつの方法がJCL変換ソフトウェアである。

第7図の計算機AとBはそれぞれのJCL形式を持つ。かつ、プロセス間通信プロトコルまたはファイル転送プロトコルは用意されており、B形式のRJEジョブをファイルとして計算機Aに転送できるものとする。B形式をA形式JCLに変換するソフトウェアが計算機Aにあれば、いったんA形式に落としてからジョブを計算機Aで実行することができる。

アプリケーション・プロトコル単位の個別変換であるが、第7図を基本形としたいいくつかの応用例がある。RJEジョブの高位レベル・プロトコル変換にスプーリング方式を用いた電電公社の報告や開発した高位レベルのプロトコル検証の手段として使

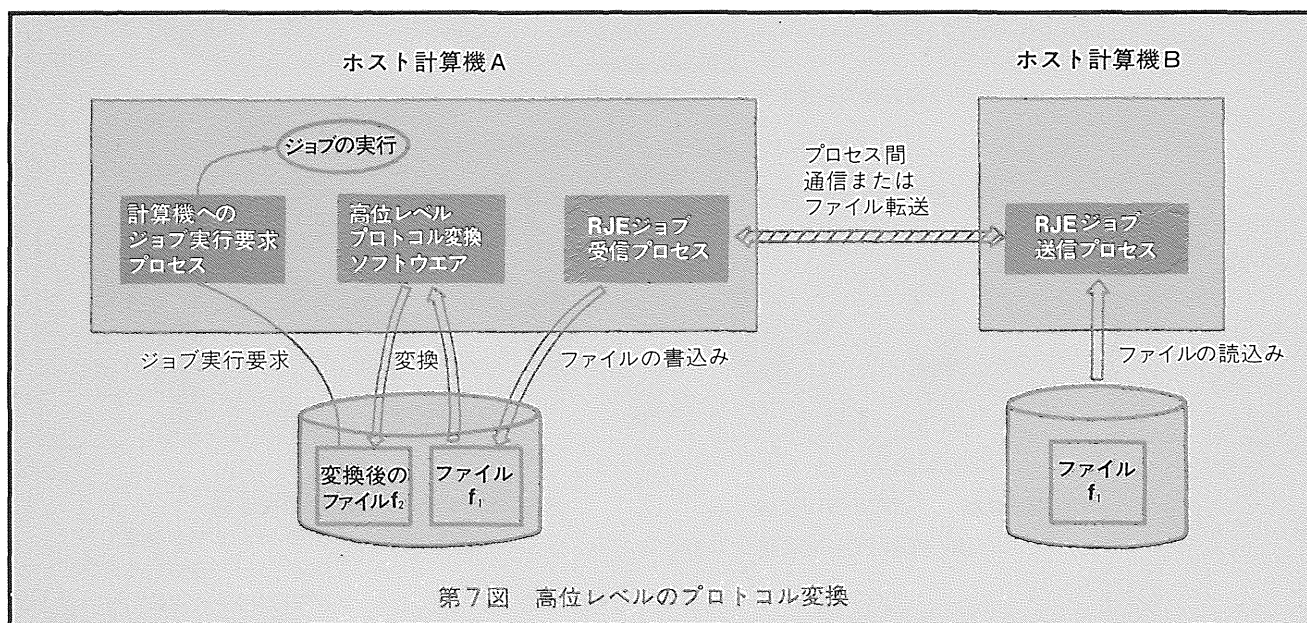
用した報告がある。後者の例は、開発した高位プロトコル・ソフトウェアが標準テスト・データを使ってローカル／標準形式の変換を正しく実行しているかを検証している。

例えば、計算機Bは標準テスト・データを持つ検証センタであり、計算機Aは必要なテスト・データをBからファイル転送し、このデータを基にしてプロトコル変換の正当性を調べる。テストに合格してはじめてAは開発した高位プロトコル・ソフトウェアの使用が許可され、ネットワークに加入することができる。

ゲートウェイの機能

一般に、ゲートウェイはOSI参照モデルに示した全階層の機能を持つものと考えられる。ネットワーク・システムがユーザーに提供するサービスは多様化している。これに伴うアプリケーション・プロトコルのレベルでの変換問題も当然関連してくるのではあるが、ゲートウェイの持つ最も基本的な機能に限って述べる。

- (1) RJE : Remote Job Entry
- (2) JCL : Job Control Language



【1】 アドレッシング

ゲートウェイを介して、新たな複数のコンピュータ・ネットワーク・システム（第6図(a)参照）へアクセスするとき、従来のアドレッシングを踏襲したままでは同一のアドレス（発信／着信番号）がネットワーク内で発生することがある。複数のゲートウェイが存在しても、アドレッシングの一意性を完全にするには、ゲートウェイ番号／ネットワーク番号／ホスト番号／プロセス名（論理リンク番号やポート番号）のアドレス形式を採用する必要がある。

【2】 ルーティング（経路選択）

経路選択の目的は、パケットが発信地から着信地までの最適、最短ルートを見つけ出すことである。複数のゲートウェイが存在する場合、パケットが隣接ゲートウェイ間を繰返し往復するピンポン現象や、ゲートウェイやネットワーク・システム網内を永久に滞在するループ現象を回避する必要がある。同一パケットが規定回数以上同一ゲートウェイを通過したとき、そのパケットを放棄するなどの最適経路選択が重要である。

【3】 バッファリング

ネットワーク間で最大パケット長が異なる場合がある。このため、長い方のパケットを短い方のパケットに分解したり、逆に短い方の複数パケットをひとつのパケットに組立てたりするブロッキング／デブロッキングが必要となる。これは最小パケット長に統一してしまうと、ゲートウェイ実装が容易になるがシステム全体のスループットを著しく低下させてしまう。

【4】 フロー制御

パケット交換は、蓄積交換であり、データは一時交換機のメモリに蓄えられる。メモリ・サイズは有限で多数のユーザーが共有するため、メモリ不足によるロック・アップ現象が発生する。これを回避する方法がフロー制御であり、ゲートウェイの持つべきひとつの機能である。

【5】 エラー制御

雑音による伝送エラー検出にはパリティビットや巡回冗長検出（CRC：Cyclic Redundancy Code）などのビット誤り検出方式や誤り訂正符号（ECC：Error Correcting Code）方式がある。また、伝送誤りの回復手順やパケットやメッセージに誤りを検出した後、再送を要求する再送訂正方式などがある。ゲートウェイでは異なるエラー制御を持つネットワーク間の互換性をとり、誤りなく伝送することが重要である。

【6】 機密保守

コンピュータ・ネットワークが公衆化されていくにつれて、データの盗用・破壊などの事件が増加している。これに対処するには、ゲートウェイの管理・運用の強化やデータの暗号化がある。データの暗号化としてアメリカ国防省のDES（データ・エンクリプション・スタンダード：Data Encryption Standard）暗号方式や公開鍵暗号方式などが開発されている。機密保守に関するプロトコルの国際標準化は検討が進んでおらず、ゲートウェイをも含めたコンピュータ・ネットワークにおけるデータの暗号化などは今後の課題である。（つづく）

IBM 5550 活用法

鈴木智彦 編著

B5判 168頁
定価 2100円

パソコン・グラフィクス学習シリーズ

パソコン・グラフィクス／物理

武者利光 監修・著

B5判 124頁
定価 2500円

オーム社刊